

機関番号：12602

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20791383

研究課題名（和文）マイクロフォーカス X 線 CT を使ったレジンの重合収縮におけるフィラー挙動の追跡

研究課題名（英文）Polymerization shrinkage mechanism, using micro-CT for tracing filler movement in light cured resin composite.

研究代表者

趙 永哲（CHOU EITETSU）

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：50431929

研究成果の概要（和文）：1 級窩洞における光硬化型コンポジットレジンの重合収縮挙動を、マイクロフォーカス X 線 CT を用いて検討を行った。接着窩洞と非接着窩洞における実験用試作コンポジットレジンの重合収縮挙動を観察した結果、重合収縮挙動は窩洞の重合率、窩洞の深さに影響があることが認められた。また今回用いた方法が、光硬化型コンポジットレジンの重合収縮を検証する方法として有効であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to evaluate the shrinkage vectors of light-cured composites during polymerization in a deep class I cavity. Experimental resin composite was filled into a box-shaped class I cavity with or without a bonding agent. The polymerization shrinkage vectors depend on both depth and conversion degree. The application of micro-CT is a novel approach to present an overall profile and quantitatively measure shrinkage of dental composites.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009 年度	800,000	240,000	1,040,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：光重合型コンポジットレジン、重合収縮、マイクロ X 線 CT

1. 研究開始当初の背景

コンポジットレジンの重合時に発生する重合収縮は避けられない事象である。歯質と修復物との間の接着界面にギャップやマイクロリーケージを引き起こし、術後疼痛や細菌侵入による二次う蝕、それに伴う歯髄炎の原因となることが考えられる。従来から化学重合型コンポジットレジンに重合時中心に

向かって収縮し、光重合型コンポジットレジンに照射方向へと収縮すると考えられてきた。これらの重合収縮時における挙動は有限要素法、光弾性法、レーザースペクトル法により研究、解析が行われている現象であるが、重合に伴う収縮の挙動を直接観察できる方法は現在も確立されていない。

2. 研究の目的

今実験では、実験用に製作した試作コンポジットレジンの光照射前と光照射後の 3D 画像をマイクロ CT で撮影し、その画像を解析することにより、これまで不明であった重合収縮挙動を可視化すること、さらにナノインデンテーションによるコンポジットレジンの機械的物性も測定することにより、重合収縮挙動を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

実験の概略図を図.1 に示す。

(1) マイクロ CT による撮影

X 線造影性のないコンポジットレジンの、SOLARE (A3、GC) にて疑似一級窩洞 (5×5×5mm) を作成し、ワセリンを塗布した非接着窩洞とシランカップリング並びにボンディング処理を行った接着窩洞それぞれに、実験用試作コンポジットレジンを (A3、トクヤマデンタル) を充填した。その後マイクロ CT (TDM1000、ヤマト科学) にて光照射 (デンタポート、モリタ) 前、光照射後の試料の 3D 画像をそれぞれ撮影した。得られた 3D 画像より実験用試作コンポジットレジんに添加された、マーカーとなるフィラーを専用ソフト (ラトックシステムエンジニアリング) にて抽出し、窩洞内の全てのフィラーの重合前、重合後の座標を測定した。窩洞を Z 軸にそって 200 の領域に分割し、各領域における Z 軸方向の平均移動量を算出し、平均移動量と窩洞深さで回帰分析を行った。

(2) ナノインデンテーションによるコンポジットレジンの硬さの測定

マイクロ CT による測定後、試料をダイヤモンドブレードにて半切し、ダイヤモンドペーストにて半切面を研削後、微小硬さ試験機 (ENT-1100a、エリオニクス) にて窩洞内の試作コンポジットレジンの硬さを深さ 0.25mm ごとに計測した。

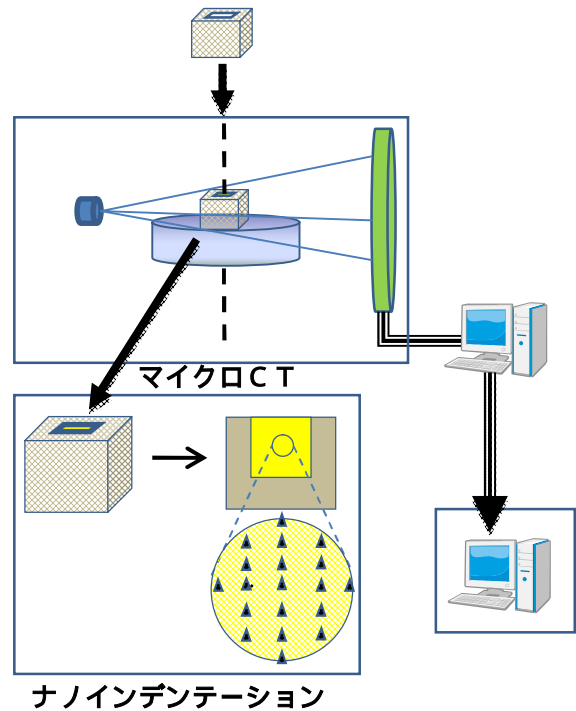


図.1

4. 研究成果

マイクロ CT によって得られた 3D 画像からフィラーを抽出した二値化画像を図.2A に、フィラー抽出後に行った窩洞の領域分割のイメージ図を図.2B に示す。

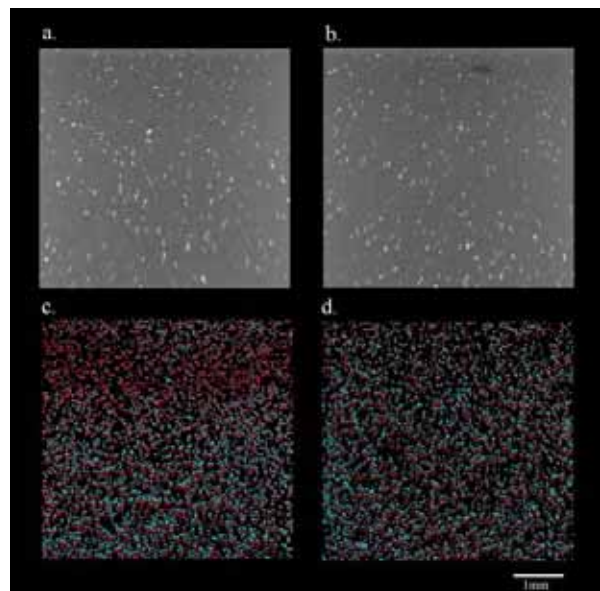


図.2A

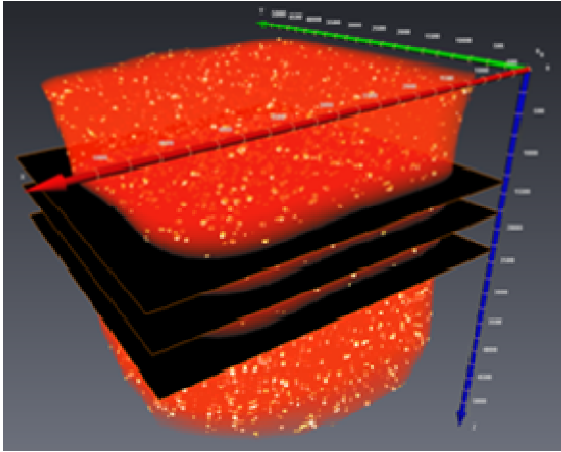


図 2.B

接着窩洞において、フィラーは表層から約 1 mm 付近に収束しており、フィラーの平均移動量と窩洞深さにおいて回帰分析を行ったところ、強い相関がみられた ($R^2=0.9761$, $p<0.05$)。さらに非接着窩洞では全てのフィラーは照射光の方向へ移動しており、非接着窩洞においてもフィラーの平均移動量と窩洞深さに相関がみられた ($R^2=0.849$, $p<0.05$)。フィラーの平均移動距離と窩洞深さを図.3 に示す。

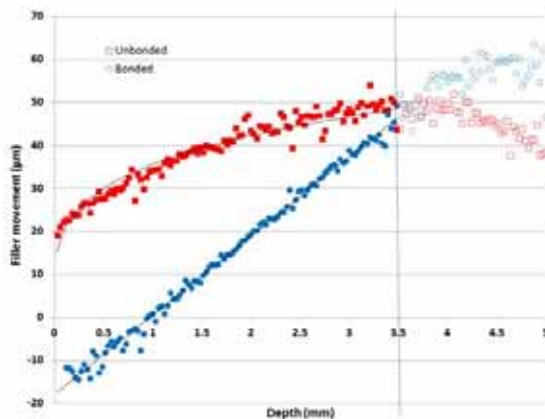


図.3

ナノインデンテーションによるコンポジットレジンの微小硬さ試験の結果を図.4 に示す。接着、非接着窩洞の表層より 2mm のコンポジットレジンの平均硬さが統計的 (one-way ANOVA with DunnettT3 post-hoc, $p<0.05$) に有意差があるのは、窩洞深さが 3.5 mm より深い領域であることが判った。先のフィラーの平均移動距離と窩洞深さのグラフにおいて、3.5 mm までの回帰分析の結果は接着窩洞で $R^2=0.993$ 、非接着窩洞で $R^2=0.948$ となり、非常に強い相関が認められた。

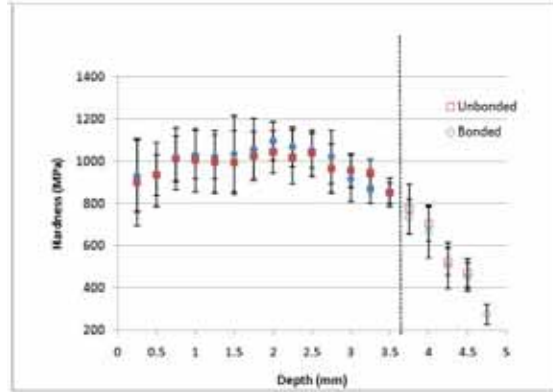


図.4

以上により今実験における疑似一級窩洞において、コンポジットレジンが十分に固まっている状態であるならば、フィラーの移動量は窩洞の深さが深くなるに従い、大きくなることが判った。非接着窩洞では全てのフィラーが光源に向かって移動していたが、接着窩洞において表層から深さ 1 mm 付近のフィラーの移動量は無かったことから、重合収縮は接着窩洞において表層から深さ 1 mm 付近に収束し、深さ 1 mm 以下では光源に向かっていくことがわかった。非接着、接着窩洞において深くなるに従って移動量が大きくなるのは、光照射器の光量が深さに応じて減衰する為に起きたと推察される。またマイクロ CT と専用ソフトを使って重合収縮挙動を可視化する方法は、光重合型コンポジットレジンの重合収縮を検証する方法として有効であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Eitetsu Cho, Alireza Sadr, Norimich Inai, Junji Tagami, Evaluation of Resin Composite Polymerization by Three Dimensional Micro-CT Imaging and Nanoindentation, Dental Materials 査読, 有 (in press)

[学会発表](計 4 件)

趙 永哲, マイクロ CT を使ったコンポジットレジンの重合収縮挙動の観察, 第 132 回日本歯科保存学会, 2010 年 6 月 5 日, 熊本
Eitetsu Cho, Regional shrinkage vectors of light-cured composites by micro-CT filler tracing, IADR, 2010. July. 16, Barcelona, Spain

A. SADR, Real-time Tomographic Monitoring of Composite Restoration Placement Using SS-OCT, AADR, 2010. March. 6, WASHINGTON, DC, US
J.R. MAYORAL, Real-Time Gap Formation of Resin Composites Using SS-OCT during Photo polymerization, IADR, 2010. July. 17, Barcelona, Spain

6 . 研究組織

(1)研究代表者

趙 永哲 (CHOU EITETSU)
東京医科歯科大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号：50431929

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：